

## 東北地方の地殻水平歪みの再検討ー基線測量に起因するスケール誤差の可能性ー Reevaluation of horizontal crustal strain in the Tohoku District: a possible scale error in the baseline survey

鷺谷 威<sup>1\*</sup>

SAGIYA, Takeshi<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 名古屋大学減災連携研究センター

<sup>1</sup>Disaster Mitigation Research Center, Nagoya University

2011年東北地方太平洋沖地震(M9.0)の発生ポテンシャルを正當に評価し損ねた原因の一つに、東北地方では明治以降約100年間の地殻水平歪みで東西短縮歪みが明瞭に見られなかったことがある。この地殻歪み分布では、明治時代に行われた三角測量成果が基準として用いられているが、三角測量は基本的に角度の測定で座標値を決定するため、スケール誤差の懸念がつきまとう。三角測量のスケールを規定は、全国15箇所に設けられた基線場における基線測量で規定されている。基線測量では、三角測量の実施に先立ち、鋼鉄製の基線尺を用いて長さ3?10km程度の基線長を直接測定していた。東北地方には塩野原(山形県新庄市)、鶴児平(青森県七戸町)の2箇所の基線場がある。このうち、国土地理院に保管されている塩野原基線(5127m)の測量結果を調べたところ、4回の測定のばらつきは最大14mm程度であり、測定に起因するスケール誤差は高々2ppm程度に過ぎない。しかし、塩野原基線の測量は1894年の5-6月頃に実施されていたことが判明した。1894年10月22日には、基線から約30km西方で庄内地震(M7.0)が発生している。M7.0に相当する東傾斜の断層を仮定し、基線長の変化を計算すると、断層の傾斜に応じて基線長が50mm程度伸びることが予想され、10ppm程度の測量網のスケールを過小評価していたと思われる。この補正を行うことにより、100年間の地殻歪みにおいて、東北地方に明瞭な東西短縮歪みが現れる可能性がある。

キーワード: 地殻水平歪み, 三角測量, 基線測量, スケール誤差, 庄内地震, 東北地方太平洋沖地震

Keywords: horizontal crustal strain, triangulation, baseline survey, scale error, Shonai earthquake, Tohoku-oki earthquake

## GPS 変位データに含まれる系統誤差の除去：プレート境界のすべり / すべり遅れ分布の推定

### Systematic Errors in the Inversion Analysis of GPS Data to Estimate Interseismic Slip-deficit Rates at Plate Interfaces

野田 朱美<sup>1\*</sup>, 松浦 充宏<sup>2</sup>

NODA, Akemi<sup>1\*</sup>, MATSU'URA, Mitsuhiro<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 構造計画研究所, <sup>2</sup> 統計数理研究所

<sup>1</sup>Kozo Keikaku Engineering Inc., <sup>2</sup>Institute of Statistical Mathematics

Through GPS measurements we can determine the current coordinates of observation points in a geodetic reference frame. To estimate interseismic slip-deficits at plate interfaces, we usually analyze GPS displacement data, that is to say the difference between the current and previous coordinates of observation points. However, the GPS displacement data contain not only intrinsic deformation but also the rigid body translation and block rotation due to intraplate inelastic deformation, which cannot be explained by interplate slip-deficit models based on elastic dislocation theory. In the inversion analysis of interseismic GPS data, unlike coseismic GPS data, we cannot ignore the theoretically unexplainable coherent noise (systematic errors), because they will seriously bias the inversion results. If the intraplate inelastic deformation is caused by fault slip at well-defined block boundaries as in the case of southwest Japan, we can apply the method of simultaneous GPS velocity data inversion for block rotations and block-boundary slip rates, proposed by McCaffrey (2002). In the case of central Japan, however, the cause of intraplate inelastic deformation is the brittle fracture and/or plastic flow at a number of defects spreading over indefinite tectonic zones (Sagiya et al. 2000, Noda & Matsu'ura 2010). So, we cannot apply the method of simultaneous GPS velocity data inversion. Another and more effective way to remove the rigid body translation and block rotation from GPS array data is to transform observed horizontal displacement vectors into average strain tensors for individual triangles composed of adjacent GPS stations. Applying an inversion formula based on Bayesian statistical inference theory (Matsu'ura et al., 2007) to the GPS strain data, we can obtain unbiased slip-deficit rate distribution. In this talk, we show the theoretical basis for the use of the average strains instead of horizontal displacement data, and demonstrate the applicability of the method of GPS strain data inversion through the analysis of interseismic GPS velocity data (1996-2000) in the Japan region (Hashimoto et al. 2009, Hashimoto et al. 2012, Noda et al. 2012), where the North American, Pacific, Philippine Sea, and Eurasian plates are interacting with each other in a complicated way.

キーワード: 系統誤差, インバース問題, GPS データ, 地震間のすべり遅れ

Keywords: Systematic errors, Inverse problem, GPS data, Interseismic slip deficit

## 岩手宮城内陸地震 (Mw6.9) における非平面形状断層モデル Non-planar Fault Source Modeling of the 2008 Iwate-Miyagi Inland Earthquake (Mw6.9)

阿部 隆博<sup>1\*</sup>, 古屋 正人<sup>1</sup>, 高田 陽一郎<sup>2</sup>  
ABE, Takahiro<sup>1\*</sup>, FURUYA, Masato<sup>1</sup>, TAKADA, Youichiro<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 北海道大学大学院理学院, <sup>2</sup> 京都大学防災研究所  
<sup>1</sup>Dept. Natural History Sci., Hokkaido Univ., <sup>2</sup>DPRI, Kyoto Univ.

2008年6月14日、東北地方で Mw6.9 の岩手宮城内陸地震が発生した。震源は岩手県南部の山岳地帯で、ほぼ逆断層型の地震であり、その地殻変動の大きさは最大で 2m を超え、また複雑な変動分布であることが測地学的観測 (GPS, SAR) からわかっている。特に GEONET 観測点の 1 つである栗駒 2 は、非常に大きな変動 (南東に約 1.5m、約 2m の隆起) を示しており、断層モデルの推定において 1 つの難点でもあった。これまでに GPS あるいは SAR データに基づく断層モデルはいくつか発表されているが (Ohta et al., 2008, Takada et al., 2009)、未だにこれらの地殻変動データを全て説明できた論文は発表されていない。そこで、我々は SAR データと GPS を両方説明できるような非平面形状の断層モデルを推定しようと試みた。昨年 の 連 合 大 会 や 地 震 学 会、測 地 学 会 で こ の 研 究 に つ い て 報 告 し た が、栗 駒 2 の 局 所 的 な 変 動 を 思 う よ う に 上 手 く 説 明 で き な か っ た。様 々 な 試 行 錯 誤 を 繰 り 返 し た 末、よ う や く 完 成 版 と 言 え る 断 層 モ デ ル を 完 成 さ せ た。

我々はまず GPS データに基づく 1 つの西落ち断層を仮定した。推定した滑り分布は栗駒 2 を中心とし、縦ずれ成分が ~5m、左横ずれ成分が ~0.5m であった。これらは、逆断層の動きや GCMT の解と一致する。この断層モデルから推定された Mw は ~6.9 である。このように、GPS による地殻変動を説明するモデルは西落ち断層だけで十分であり、東落ち断層は必要ないように思われた。

次に、この断層モデルと滑りパラメータを用いて、SAR データを説明できるかどうかを調べた。その結果、衛星の視線方向に 50cm 以上の誤差があり、またレンジオフセットの計算値には観測値と比べ明らかに説明できていない部分があった。これらは、SAR は GPS では測定しきれない地殻変動を捉えていることを強く示している。さらに、震央周辺のピクセルオフセットや余震分布からも、東落ち断層の存在を示唆するデータが得られた。

我々は、新たに東落ち断層を仮定し、GPS と SAR データを両方説明する非平面断層モデルを推定した。GPS データに基づく断層モデルと異なる点は、滑りの分布と大きさである。縦ずれ成分は、西落ち断層は全体に広がっているのに対し、東落ち断層は栗駒 2 を中心とする局所的な分布である。滑り量は、縦ずれ成分は東落ち断層が ~3.5m、西落ち断層が ~2.5m、左横ずれ成分は、どちらとも ~1.5m である。この東落ち断層は余震分布から推定される断層面と一致し、2 つの断層を合わせた Mw は ~6.9 である。さらに、この東落ち断層の位置がブーゲー異常の急勾配の場所と整合することが判明した。

## 測地データに基づく豊後水道スロースリップ発生域の摩擦特性 Frictional properties of the Bungo Channel slow slip region deduced from geodetic data

若杉 貴浩<sup>1\*</sup>, 鷺谷 威<sup>1</sup>

WAKASUGI, Takahiro<sup>1\*</sup>, SAGIYA, Takeshi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 名古屋大学大学院環境学研究科

<sup>1</sup> Nagoya University Graduate School of Environmental Sciences

スロースリップは多くの沈み込み帯で確認されているが、そのすべり量やすべり速度、規模、継続期間、発生間隔などは発生域により様々であり、その違いは、すべり面の摩擦特性で支配されていると考えられる。これまで、スロースリップ発生時のすべりの時空間分布からすべり量やすべり速度と応力変化の関係を推定した研究はあったが、単独のイベント解析だけでは、解析そのものの信頼性に乏しく、摩擦特性としての解釈には問題があった。そこで、本研究では豊後水道において約6年周期で繰り返し発生するイベントに対して同一の手法を用いて解析することで再現性を確認することで、スロースリップ発生域の摩擦特性を推定することを目的とした。これまでに発生した1996~1998、2003~2004、2010年と3回のスロースリップイベントについて、GEONETのF3解の日座標値を用い、大きな変動のない期間(2007~2008年)から推定した定常速度成分と季節変動成分を除去した残差をデータとして使用した。時間依存逆解析手法(Segall and Matthews, 1997)を適用し、各イベントについてすべりの時空間分布を推定した。得られた結果に基づいて、弾性転位理論(Okada, 1992)によってプレート境界面上の剪断応力変化の計算を行った。剪断応力変化とすべり量の関係、すべり速度との関係が摩擦特性を表していると考え、それらの結果を相互に比較した。その結果、スロースリップの継続期間やすべり速度などはイベント毎に違いが見られたが、最終的なすべりの空間分布はほぼ同じで、最大すべり量は深さ40km付近で約20cmであった。3回のイベントのうち、最初のイベントではすべりが深さ25km付近で発生し、すべりの拡大とともに深い領域へ移動してゆく現象が見られたが、他のイベントではそのような現象は見られなかった。剪断応力の降下はすべり量が大きい領域と一致し、最大応力降下量は0.1-0.12MPaである。そして、この応力降下域の周囲には応力が変化しない、または増加する領域が分布する。すべり量と剪断応力の変化量は3回のイベントでほぼ共通して線形の関係にあり、イベントの進行中にも変化しておらず、場の性質を反映していると考えられる。すべり量の大きい領域はすべり-応力関係が負の勾配を持ち、弱い弱化的性質を持つ。一方、周囲には傾きは0または正で、剪断応力が変化しないか増加する領域が広がり、すべり強化の性質を持つ。このような摩擦特性の空間変化がスロースリップ発生域の広がりを規定し、エピソード的なスロースリップ発生を引き起こしていると考えられる。

## 東北沖超巨大地震とプレート沈み込み帯のマルチ地震サイクル The 2011 Megathrust Earthquake off Northeast Japan and Multiple Earthquake Cycles in Subduction Zones

松浦 充宏<sup>1\*</sup>

MATSU'URA, Mitsuhiro<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 統計数理研究所

<sup>1</sup>Institute of Statistical Mathematics

プレート境界地震を引き起こす応力は震源域でのすべり遅れの増大に伴って蓄積される。地震間のすべり遅れに起因する地殻変動を GPS 観測網で捉えて逆解析することで、南千島?日本海溝沿いのプレート境界には五つの顕著なすべり遅れ領域が存在することが確認されていた。一方、東北沖超巨大地震に伴う GPS 変位データの逆解析から、この地震の断層すべりは宮城沖と福島沖の二つのすべり遅れ領域に及んでおり、最大すべり量は宮城沖で 25 m、福島沖で 6 m に達すると推定された。宮城沖のすべり遅れ領域では、過去 200 年間以上に亘り、M7.5 クラスの地震が 40 年間隔で繰り返してきた。その同じ領域で Mw9.0 の超巨大地震が発生したことは、スケールに依存するマルチ地震サイクルの可能性を示唆すると同時に、これまで物理的実体とされてきたアスペリティが断層摩擦特性の空間的不均一を表す概念に過ぎないことを意味する。

キーワード: 沈み込み帯, 巨大地震, 応力蓄積, すべり遅れ, マルチ地震サイクル, スケール依存性

Keywords: subduction zone, megathrust earthquake, stress accumulation, slip deficit, multiple earthquake cycle, scale dependence

## 東北沖大地震による絶対応力の解放と巨大地震の擬周期性 Absolute stress release in the 2011 Tohoku-oki earthquake and pseudo-cyclic behavior of gigantic interplate earthquakes

深畑 幸俊<sup>1\*</sup>, 八木 勇治<sup>2</sup>, 三井 雄太<sup>3</sup>  
FUKAHATA, Yukitoshi<sup>1\*</sup>, YAGI, Yuji<sup>2</sup>, MITSUI, Yuta<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 京都大学防災研究所, <sup>2</sup> 筑波大学大学院 生命環境系, <sup>3</sup> 北海道大学大学院理学研究院  
<sup>1</sup>DPRI, Kyoto Univ., <sup>2</sup>Life Environ. Sci., Univ. Tsukuba, <sup>3</sup>Sci., Hokkaido Univ.

東北沖大地震(2011年東北地方太平洋沖地震)の主破壊は、長大な滑り(50 m)・長いすべり時間(90秒)・大きな応力降下(20 MPa)で特徴付けられ、断層面に蓄積されていた応力をほとんど全て解放する特異な地震であったと考えられる(Yagi and Fukahata, 2011)。応力がほとんど全て解放されたことは、正断層型余震の頻発など東北沖大地震の前後における地震メカニズム解の劇的な変化からも裏付けられる(Hasegawa et al., 2011)。応力をほぼ全て解放するには何らかのメカニズム、例えば摩擦発熱による間隙流体圧の上昇(thermal pressurization, TP)などにより断層面の摩擦強度が地震時に極端に低下することが必要である。そのような極端な摩擦強度低下メカニズムは、強い非線形性、即ち鋭敏な初期値依存性を持つことが期待される。東北沖大地震の発生後、巨大地震のスーパーサイクルの存在がにわかにクローズアップされてきた(Hori and Miyazaki, 2011; 池田・岡田, 2011)。確かに、巨大地震は、繰り返し発生してきたであろう。しかし、断層面の破壊時における非線形的性質を考えると、地震が「周期的」に発生することには、疑問を持たざるを得ない。例えば、TPに影響を与える水理学的性質も、比較的容易に時間変化することが想像される。そして実際に、これまでの発生履歴からしても、周期的と呼ぶのは難しく、せいぜいが擬周期的と呼ぶべきものである。最も良く知られている南海トラフ沿いの海溝型大地震について言えば、最短の繰り返し間隔は90年で、最長では264年である(Ando, 1975)。北海道の太平洋沿岸における津波堆積物の調査によれば、その再来間隔は平均450年であるものの、短い時には100年、長い時には800年と大きくばらつく(Sawai et al., 2009)。東北日本の太平洋沿岸でも同様で、再来間隔は450年から800年となっている(宍倉他, 2010)。地震は、蓄積された応力を短時間で解放する過程である。プレート境界では応力の蓄積はプレート運動に伴い極めて定期的に起こる。一方、応力の解放過程はちょっとした状況の違いにより大きく変化するのだろう。そのように考えると、海溝型巨大地震が擬周期的に発生してきたことが無理なく理解できる。そして、もしそうであるとすると、M9クラスの巨大地震の発生を予測することは、極めて難しい。

キーワード: 2011年東北地方太平洋沖地震, 破壊過程, 絶対応力, 巨大地震, スーパーサイクル  
Keywords: 2011 Tohoku-oki earthquake, rupture process, absolute stress, megaquake, super-cycle

## The October 23, 2011 Van-Ercis Earthquake (Eastern Turkey, Mw=7.2) and Characteristics of its Aftershocks The October 23, 2011 Van-Ercis Earthquake (Eastern Turkey, Mw=7.2) and Characteristics of its Aftershocks

Ali Pinar<sup>1\*</sup>, Timur Ustaomer<sup>2</sup>, Keiko Kuge<sup>3</sup>  
PINAR, Ali<sup>1\*</sup>, Timur Ustaomer<sup>2</sup>, KUGE, Keiko<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Istanbul University, Department of Geophysics, <sup>2</sup>Istanbul University, Department of Geology, <sup>3</sup>Kyoto University, Department of Geophysics

<sup>1</sup>Istanbul University, Department of Geophysics, <sup>2</sup>Istanbul University, Department of Geology, <sup>3</sup>Kyoto University, Department of Geophysics

The intraplate Van-Ercis earthquake took place about 100 km to the north of a suture zone undergoing N-S shortening resulting from the ongoing convergence of Arabian and Eurasian plates. The earthquake caused significant damage and loss of life in the cities of Ercis located on the hanging wall, 20 km to the north of the rupture zone, and Van, lying on the foot wall. No significant surface rupture was observed associated with the earthquake except some discontinuous displacements along a 20-25 km long trace extending N250E, between the Lakes Van and Ercek, where the northern block is uplifted a few centimeters.

Despite the large magnitude and the complex source region the teleseismic body waves are rather simple. The aftershock distributions and the finite source modeling depict a 60 km long rupture zone with average strike, dip and rake of 248, 36 and 56 degrees, respectively. The location of the epicenter and the extent of the aftershock area suggest that the rupture propagated bilaterally for about 30 km eastward and westward, mostly confined between the depth range of 20 km and just below the surface. The western part of the finite fault model zone show predominantly pure thrusting while the rest shows oblique reverse faulting that is approved by the mechanisms of the major aftershocks.

We retrieved 350 moment tensors for the aftershocks in the magnitude range  $3.5 < M_w < 5.9$ . We investigate the source characteristics of the aftershocks and their kinematic and dynamic relation with the mainshock. The spatial distribution of the aftershocks and their focal mechanism portrays distinct features. In total, about 45% of the CMT solutions of the aftershocks show predominantly reverse faulting or transpression; 40% of them show predominantly strike-slip faulting; and, 15% show normal faulting or transtension. The aftershocks in the NE corner of the rupture zone experienced mostly strike slip faulting pointing out conjugate strike-slip fault system at the lower crust reaching 30-35 km depth range. We determined tens of aftershocks showing normal faulting mechanism or transtension. Most of them are to the west and to the south of the epicenter. The southern aftershocks reflect transtension within the foot wall. The largest aftershock in the transtensional region took place on November 9, 2011 with magnitude  $M_w=5.7$  just a few km away from the city Van. It generated rather complex waveforms which we modeled with two subevents one of them showing normal faulting.

キーワード: Arabia-Eurasia Convergence, Eastern Turkey, 2011 Van earthquake, mainshock, aftershocks  
Keywords: Arabia-Eurasia Convergence, Eastern Turkey, 2011 Van earthquake, mainshock, aftershocks

## 砂箱実験による沈み込みと付加に伴う3次元的不安定性問題の抽出 Three dimensional deformation of accretionary wedge: insights from wide sandbox experiments

堀 高峰<sup>1\*</sup>, 宮川 歩夢<sup>1</sup>, 阪口 秀<sup>1</sup>, 山田 泰広<sup>2</sup>

HORI, Takane<sup>1\*</sup>, MIYAKAWA, Ayumu<sup>1</sup>, SAKAGUCHI, Hide<sup>1</sup>, YAMADA, Yasuhiro<sup>2</sup>

<sup>1</sup>IFREE, 海洋研究開発機構, <sup>2</sup>京大工・都市社会工

<sup>1</sup>IFREE, JAMSTEC, <sup>2</sup>Kyoto Univ.

付加体の形成プロセスを調べるための手法として、一定速度で移動するシート上に堆積させた乾燥砂が固定壁（バックストップに相当）に衝突する際の変形を調べるアナログモデル実験（通称：砂箱実験）が従来から数多く行われてきた。それらの多くでは、沈み込み帯における構造探査で観測されるように、深さと沈み込み方向の2次元断面における観察に主眼が置かれてきた。そこでは、付加体の形成プロセスに影響する要因を、その2次元断面上における物性や付加物質の供給量、沈み込むプレートの形状などから議論されてきた。一方、この実験方法ではシートの幅方向に対する付加体形状は一般に一様ではなく、それが時間的にも変化することが知られている。この事実は、実際に付加体が発達している地域の海底地形にもトラフ軸が様々な波長で湾曲していることから、付加体の形成プロセスを鉛直2次元断面だけで議論することが本質的に不十分である可能性を示唆している。そこで本研究では、非常に幅の広い砂箱実験装置を用いることで、付加体形状の3次元的な時間発展を観測し、湾曲形状を呈する付加過程を不安定性問題として捉え、その要因の抽出を試みた。

今回使用した実験装置では、実験の境界条件に内在する不安定性要因をできるだけ排除するために、剛体壁でできた砂箱装置全体を一定速度で変位させ、箱から独立して固定されたバックストップを用いて砂材料を変形させた。まず装置の底面にゴム板を敷き、砂材料との間の不要なすべりが起きにくいようにしたうえで、一定重量の豊浦砂を堆積させ、表面をほぼ水平にならした。砂材料の初期サイズは、移動方向92cmに対して幅方向100cmとし、十分に幅の広い条件を実現した。本報告では、砂の層厚と箱の移動速度を変えた実験結果から、付加体形状の3次元的な変化の時空間スケールの違いを調べることで、不安定性を支配する要因について述べる。

## 余効変動から地殻内粘性勾配をとらえる：1997年マンニイ（チベット）地震での事例

### The crustal viscosity gradient measured from post-seismic deformation: a case study of the 1997 Manyi (Tibet) earthquake

山崎 雅<sup>1\*</sup>, Gregory A. Houseman<sup>1</sup>

YAMASAKI, Tadashi<sup>1\*</sup>, Gregory A. Houseman<sup>1</sup>

<sup>1</sup>COMET+, リーズ大学

<sup>1</sup>COMET+, University of Leeds

リソスフェア内の粘性率が深さとともに有意に変化しているであろうことは今では広く受け入れられたことであり、余効変動における粘性緩和成分を定量的に評価する際にも、そのことを考慮すべきである。我々の以前の研究においては、3次元の線形 Maxwell 粘弾性体有限要素モデルを用いて、粘性率の深さ依存性を持つ (Depth-Dependent Viscosity, DDV) モデルが横ずれ断層の動きに対してどのような応答を見せるのかを、一様な粘性率 (Uniform Viscosity, UNV) を持つモデルとの比較を通して検証した。それにおいては、各地点での DDV モデルの振る舞いを最も良く再現する UNV モデルの粘性率が、断層からの距離とともに低くなっていくという特徴を使えば、地殻内粘性率の深さ依存性を系統的にとらえられることを提案した。

本研究では、その方法を、1997年マンニイ（チベット）地震発生後約3年間にわたり InSAR で捉えられた地殻変動 [Ryder et al., GJI, 169, 1009 - 10027, 2007] に適用し、同地域下の粘性構造を見積もることを試みた。本震発生後165日以降に変動速度が明らかに減少することから、その時点以降の変動が主に粘性緩和成分のみを反映しているであろうと考え、その時点以降の変動のみに UNV モデルを適用した。それにより、粘性率の深さ依存性の兆候、つまり、各地点で UNV モデルと観測量との違いを最小にする UNV モデルの粘性率が断層からの距離とともに系統的に減少していくということがとらえられた。そして、その UNV モデルの粘性率が断層からの距離とともに減少していく勾配を使って導き出された地殻内粘性構造は、断層が有意にすべった深さの範囲が地震サイクル期間、~420 - 850年 [van der Woerd et al., GRL, 27, 2353-2356, 2000]、における有効弾性層内に限られていたこと、そしてその粘性勾配は上部地殻物質の定常べき乗則クリープの実験結果と調和的であることを推測させるものであった。

このように導き出された地殻内粘性構造は、チベット地域の地殻の特性をより良く明らかにしてくれ、地震サイクルにおける地殻内の応力再分配、延いては地震発生メカニズムを理解する手助けともなる。これまで、観測された余効変動を用いて様々な地域における地殻（・マントル）内粘性構造が見積もられてきたが、その多くにおいては、見積もられた粘性構造はすでに観測されて周知の通りである地殻変動を再現する以上のものではなかった。しかし、得られた粘性構造は、地殻の特性（熱的構造・物性構造）と地震発生メカニズムとを議論する機会を与えてくれるはずのものである。

キーワード: 余効変動, 粘性緩和, 線形マックスウェル粘弾性, 粘性率の深さ依存性, 有効弾性厚

Keywords: Post-seismic deformation, Viscous relaxation, Linear Maxwell visco-elasticity, Depth-dependent viscosity, Effective elastic thickness

## ナムツォ湖の湖岸線とチベットの中部地殻のレオロジー

## Paleo shoreline profiles of lake Nam Co and the rheology of the Tibetan mid crust

Wallis Simon<sup>1\*</sup>, 森 宏<sup>1</sup>, 鷲谷 威<sup>2</sup>, 小澤 和浩<sup>1</sup>, 中村 俊夫<sup>3</sup>

WALLIS, Simon<sup>1\*</sup>, MORI, Hiroshi<sup>1</sup>, SAGIYA, Takeshi<sup>2</sup>, OZAWA, Kazuhiro<sup>1</sup>, NAKAMURA, Toshio<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 名古屋大学環境学研究科地球環境科学専攻, <sup>2</sup> 名古屋大学減災連携研究センター, <sup>3</sup> 名古屋大学年代測定総合研究センター

<sup>1</sup>Department of Earth and Environmental Sciences, Faculty of Environmental Studies, Nagoya University, <sup>2</sup>Disaster Mitigation Research Center, Nagoya University, <sup>3</sup>Center for Chronological Research, Nagoya University

A major point of dispute in the tectonics of the Tibetan Plateau is whether the mid crust is weak enough to flow decoupled from the upper crust. Flow of the mid crust over distances of 100s or 1000s kilometers has been proposed and inflow of relatively low viscosity (no more than  $10^{19}$  Pa s) rock from beneath the high plateau into the mid crust of the surrounding lower-lying regions has been proposed as a key process in the lateral growth of the plateau. However, different assumptions about the properties of the crust lead to the opposite conclusion: active deformation of the Plateau is better explained if the mid and upper crust of the plateau deform together and are not decoupled. Paleo lake shorelines offer a way to test these contrasting models and to contribute to our understanding of crustal rheology. Prominent shorelines developed around Lake Nam Co in central Tibet are excellent markers of the paleo horizontal in this region. Real time kinematic GPS surveys of these markers show there is no significant uplift despite a water level drop of several 10s meters. <sup>14</sup>C dating of lake tufa deposits shows the the age of a prominent shoreline at 20m above the present lake level to be between 10 and 20 ka. The lack of any isostatic response to water level drop over a time scale of more than 10,000 years implies either a high viscosity mid crust ( $>10^{20}$ Pa s) or a large elastic thickness to the crust. In either case these results imply that there is no continuous low viscosity mid crustal layer beneath Tibet in this area. We suggest that evidence for partially molten-and hence low viscosity-mid crust only reflects conditions of localized patches of crust. The lack of a continuous weak mid crustal layer argues against large-scale decoupling of the mid and upper crust. This implies that large-scale inflow of mid crustal rocks is unlikely to play a significant role in the expansion of the Tibetan plateau and that the mid crust can sustain significant stresses even on geological time scales.

キーワード: チベット, 湖, 中部地殻, レオロジー, 年代

Keywords: Tibet, Lakes, Mid crust, Rheology, Age

低温領域の熱年代学に基づいた若い造山帯の山地地域の隆起・削剥史に関する研究：  
日本列島の六甲山地・木曾山脈・赤石山脈を例に  
Uplift and denudation histories of mountainous areas of the Japanese Islands based on  
low-temperature thermochronology

末岡 茂<sup>1\*</sup>

SUEOKA, Shigeru<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻

<sup>1</sup> Earth & Planetary Sci., Sci., Kyoto Univ.

本研究では、低温領域の熱年代学的手法を用いて、日本列島のいくつかの山地の隆起・削剥史の解明を試みた。山地の隆起・削剥史の定量的解明には、 $10^6$ 年以上の長期間における削剥量（速度）の推定が必要であるが、それが可能な手法は限られる。ヒマラヤやアルプス等の大規模な造山帯では、過去40年間にわたって、熱年代学的手法により隆起・削剥史が解明されてきたが、手法の精度や適用年代の範囲の制約により、日本列島のような比較的若く小規模な造山帯への適用は従来困難であった。しかし、近年の低温領域の熱年代学の発達により、日本列島のような若い変動帯でも熱年代学的手法を用いて山地の隆起・削剥史を推定できる可能性が高まった。本研究では、規模や成熟度の異なる3つの山地（六甲山地、木曾山脈、赤石山脈）に、フィッション・トラック法や(U-Th)/He法など現在利用可能な低温領域の熱年代学的手法を総合的に適用し、各地域の隆起・削剥史の解明と、若い造山帯への熱年代学的手法の有用性の検討を試みた。

本研究の結果、六甲山地では、第三紀初頭以降の平均削剥速度が約0.1 mm/yrと求められ、六甲山地の隆起開始以前の準平原化時代の削剥史を定量的に解明することができた（末岡ほか、2010）。木曾山脈では、中期更新世の木曾山脈の隆起開始以降の削剥速度（1.3~4.0 mm/yr）と最大基盤隆起速度（3.3~6.1 mm/yr）を求め、これらの空間分布を基に、木曾山脈の隆起モデルを新たに提唱することができた（Sueoka et al., in press）。また、木曾山脈隆起開始以前の第三紀のほぼ全期間を通じた削剥速度を0.1 mm/yr以下と推定した（Sueoka et al., in press）。赤石山脈では、山地北部の中央構造線から糸魚川-静岡構造線における領域で、山地が西へ傾動しながら隆起していることや、後期鮮新世の山地の隆起開始以降、数kmに達する削剥が起こっていることを示すことができた（末岡ほか、2011）。また、既報年代を交えた考察により、山地の南北で隆起開始時期や隆起要因が異なる可能性を示した。このように、本研究では各地域の $10^6$ ~ $10^7$ 年オーダーの隆起・削剥史の定量的解明に成功し、特に木曾山脈と赤石山脈では、これらの定量的データを基に山地の隆起の様式や要因などを検討することができた。

以上の事例研究を通じて、日本列島の若く小規模な山地に対して、熱年代学的手法によって最近数百万年間の隆起・削剥史の定量的解明が可能であることが確認できた。さらに、山地の隆起開始以前における準平原時代の削剥史についても、やや精度は低いものの定量的な制約を与えられることが確かめられた。すなわち、低温領域の熱年代学的手法は、日本列島のような若い造山帯においても、地球年代学的・地質学的な応用に留まらず、変動地形学的にも有用なデータを提供可能であることが示された。また、3つの事例研究を通じて、熱年代学的手法によって最近数百万年間の隆起・削剥史の解明が可能な日本の山地の条件（基盤隆起速度が0.5~1.0 mm/yr以上である、明瞭な隆起準平原が保存されていない、最大標高が約1000 m以上である）を制約することができた。さらに、海外の大規模造山帯における熱年代学データ解釈の基本である年代-標高プロファイルに代わり、地点ごとの熱履歴解析を基にした新たなデータ解釈方法を導入することができた。すなわち、若い造山帯に熱年代学的手法を適用する上での対象地域の選定方法およびデータ解釈方法を改善することができた。以上の成果により、低温領域の熱年代学的手法に基づく、日本列島をはじめとする若く小規模な造山帯における長期間の地殻変動量の定量的解明への可能性を示すことができた。

キーワード: 低温領域の熱年代学, フィッション・トラック法, (U-Th)/He法, 六甲山地, 木曾山脈, 赤石山脈

Keywords: low-temperature thermochronology, fission-track method, (U-Th)/He method, Rokko Mountains, Kiso Range, Akaishi Range

## チベット高原北縁 Kumkol Basin の変動地形と表面照射年代

### Tectonic geomorphology and surface exposure dating of the Kumkol basin in the north-eastern margin of the Tibetan Plateau

白濱 吉起<sup>1\*</sup>, 池田 安隆<sup>1</sup>, 何 宏林<sup>2</sup>, 傅 碧宏<sup>3</sup>, 狩野 謙一<sup>4</sup>, 越後 智雄<sup>5</sup>, 宮入 陽介<sup>6</sup>, 横山 祐典<sup>6</sup>

SHIRAHAMA, Yoshiki<sup>1\*</sup>, IKEDA, Yasutaka<sup>1</sup>, Honglin HE<sup>2</sup>, Bihong Fu<sup>3</sup>, KANO, Ken-ichi<sup>4</sup>, ECHIGO, Tomoo<sup>5</sup>, MIYAIRI, Yosuke<sup>6</sup>, YOKOYAMA, Yusuke<sup>6</sup>

<sup>1</sup> 東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻, <sup>2</sup> 中国地震局地質研究所, <sup>3</sup> 中国科学院地質・地球物理研究所, <sup>4</sup> 静岡大学理学部, <sup>5</sup> 財団法人地域地盤環境研究所, <sup>6</sup> 東京大学大気海洋研究所

<sup>1</sup>Earth & Planetary Science, The University of Tokyo, <sup>2</sup>Institute of Geology, China Earthquake Administration, <sup>3</sup>Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences (IGGCAS), <sup>4</sup>Faculty of Science, Shizuoka University, <sup>5</sup>Geo-Research Institute, <sup>6</sup>Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

チベット高原はインドプレートとユーラシアプレートの衝突により、現在も成長を続けている。その成長は上方ではなく、安定大陸を巻き込んで側方へと拡大していることが分かっている。その拡大メカニズムは南縁-南東縁については近年明らかにされつつあるが、チベット高原北縁である Kunlun 山脈と Qaidam Basin の境界における拡大メカニズムについては不明な点が多い。そこで、我々は側方拡大によって高原化しつつある領域と見られる Kumkol Basin に着目した。この盆地はチベット高原（標高約 5000m）と Qaidam Basin（標高約 3000m）の境界に位置し、標高的にも約 4000m と両者の中間にあたる。Kumkol Basin の中央には東西方向の波長 40km を越える大規模な複背斜構造（Kumkol Anticlinorium）が存在する。この地形はその波長の規模から地殻深部の変形または断層運動に起因するものと考えられ、拡大メカニズムの推定に重要な知見を与えることが期待される。

これまで、Kumkol Anticlinorium について、主にリモートセンシングによる解析を行ってきた。その結果、複背斜構造は主として東西方向の北傾斜の逆断層とそれに伴う Fault-propagation fold によって形成されていることが推定された。また、Kunlun 山脈を水源とする河川（Kaxaklik He）が複背斜構造を南から北へ横切っており、この褶曲の成長に伴って多数の段丘面（Kaxaklik 段丘）を形成していることが観察された。これらの河成段丘面を気候地形学的に解析したところ、最高位面は一つ前の氷期である 140ka に形成され、約 2.0mm/yr で隆起していることが推測された。

気候地形学的解析によって相対的な年代値を得ることが出来たが、より詳細な発達過程について議論するには、信頼性の高い絶対年代を得る必要があった。そこで、我々は現地調査を行い、年代測定のためのサンプルを採取した。本地域は植生に乏しく、<sup>14</sup>C による年代測定が困難と予想されたため、年代測定手法として、宇宙線照射生成核種（TCN）である <sup>10</sup>Be と <sup>26</sup>Al を用いた表面照射年代法を使用した。非常にアクセスの困難な地域であったため、Kaxaklik 段丘の中心部には到達できなかったものの、その東端に位置する河成段丘（Bazarak 段丘）を調査することが出来た。Bazarak 段丘は Kumkol Basin 東縁に位置し、Kumkol Anticlinorium 上に発達した河成段丘である。Kaxaklik 段丘と同様に多数の段丘面が見られ、それらは南縁にある北傾斜の逆断層によって隆起し、北へ傾動している。両岸に発達した最高位面は Kaxaklik 段丘の最高位面と連続性が認められ、この段丘面の年代が Kaxaklik 段丘最高位面の年代を示していると考えられる。本発表では現地調査の結果と得られた Bazarak 段丘の年代について報告する予定である。

キーワード: チベット高原, Qaidam Basin, 変動地形, 表面照射年代, 第四紀後期

Keywords: Tibetan Plateau, Qaidam Basin, Tectonic Geomorphology, Surface Exposure Dating, Late Quaternary

## 低温領域の熱年代学的手法に基づいた赤石山脈の隆起・削剥史の検討 Uplift and denudation history of the Akaishi Range, central Japan: Constraints from low-temperature thermochronology

末岡 茂<sup>1\*</sup>, Kohn B.P.<sup>2</sup>, 池田 安隆<sup>3</sup>, 狩野 謙一<sup>4</sup>, 堤 浩之<sup>1</sup>, 田上 高広<sup>1</sup>, 長谷部 徳子<sup>5</sup>, 田村 明弘<sup>6</sup>, 荒井 章司<sup>7</sup>  
SUEOKA, Shigeru<sup>1\*</sup>, Barry P. Kohn<sup>2</sup>, IKEDA, Yasutaka<sup>3</sup>, KANO, Ken-ichi<sup>4</sup>, TSUTSUMI, Hiroyuki<sup>1</sup>, TAGAMI, Takahiro<sup>1</sup>, HASEBE, Noriko<sup>5</sup>, TAMURA, Akihiro<sup>6</sup>, ARAI, Shoji<sup>7</sup>

<sup>1</sup> 京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻, <sup>2</sup> メルボルン大学地球科学部, <sup>3</sup> 東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻, <sup>4</sup> 静岡大学理学部地球科学科, <sup>5</sup> 金沢大学環日本海域環境研究センター, <sup>6</sup> 金沢大学フロンティアサイエンス機構, <sup>7</sup> 金沢大学理工学域自然システム学類

<sup>1</sup>Earth & Planetary Sci., Sci., Kyoto Univ., <sup>2</sup>Earth Sci., Melbourne Univ., <sup>3</sup>Earth & Planetary Sci., Tokyo Univ., <sup>4</sup>Geosci., Sci., Shizuoka Univ., <sup>5</sup>Nature & Envir. Tech., Kanazawa Univ., <sup>6</sup>Frontier Sci., Kanazawa Univ., <sup>7</sup>Nature Sys., Sci. & Eng., Kanazawa Univ.

本研究では、赤石山脈の隆起・削剥史の解明を目的に、ジルコン (U-Th)/He 法 (ZHe 法)、ジルコン U-Pb 法、アパタイトフィッション・トラック法 (AFT 法)、ジルコンフィッション・トラック法 (ZFT 法) を適用した。ZHe 年代は粒子年代で 21.5~3.0 Ma、ジルコン U-Pb 年代は加重平均年代で 1076.3~12.3 Ma、AFT 年代は pooled 年代で 8.2~3.1 Ma、ZFT 年代は同じく pooled 年代で 109.4~5.6 Ma となった。ZHe 年代および AFT 年代は、最も若い年代値が後期鮮新世を示すことから、これらの若返りは、赤石山脈の後期鮮新世以降の隆起・削剥による岩体の上昇・冷却を反映していると考えられる。また、ZHe 年代は、中央構造線 (MTL) から糸魚川-静岡構造線 (ISTL) に向かって東方へ系統的な若返りを示しており、赤石山脈が東方から西方へ傾動しながら隆起していることを示唆する。ZHe 年代の若返りから、赤石山脈北部の MTL-ISTL 間では、山脈の形成以降、ほぼ全域で km オーダーの削剥が起こっている可能性が高い (30 /km の古地温勾配を仮定すると、MTL-ISTL 間のほぼ全域で 3.8~6.6 km、ISTL 近傍では >5.4~6.6 km)。これは、現在みられる山頂の定高性や侵食小起伏面の分布、あるいは山頂から伊那盆地へ連続するようにみえる緩やかな傾斜が、隆起開始前の地形の痕跡というよりは、山脈形成後の隆起と削剥の結果形成された二次的なものである可能性を示しており、赤石山脈の真の隆起量が、現在の山頂~盆地間の比高より数 km 大きい可能性を示唆する。また、先行研究による赤石山脈南部における FT 年代を含めた検討に基づくと、赤石山脈は、北部地域を中心とした後期鮮新世以降の隆起と、南部地域を中心とした約 1 Ma 以降の隆起の少なくとも 2 回の隆起ステージを経ている可能性が高い。それぞれの隆起イベントの原因としては、ISTL の逆断層活動と伊豆地塊の衝突が候補として挙げられる。

キーワード: 低温領域の熱年代学, (U-Th)/He 法, フィッショントラック法, U-Pb 法, 削剥, 赤石山脈

Keywords: low-temperature thermochronology, (U-Th)/He method, fission-track method, U-Pb method, denudation, Akaishi Range

## GPSによる日本列島3次元時間変動 3D crustal deformation of Japan by GEONET

原田 靖<sup>1\*</sup>, 加藤 忠義<sup>1</sup>

HARADA, Yasushi<sup>1\*</sup>, KATO, Tadayoshi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 東海大学 海洋学部 海洋資源学科

<sup>1</sup>School of Marine Science and Technology, Tokai University

日本列島は海溝の存在によって形成された。これは太平洋プレートがユーラシアプレートに沈み込むことで付加体や火山帯を形成したり、太平洋プレートやフィリピン海プレートがユーラシアプレートを押すことで陸地が隆起運動を起こすからである。海溝が無ければ日本列島は無く、地震も地殻変動も存在しないと言える。

この海溝の存在が引き起こす日本列島の変動は、国土地理院の約1400のGPS観測点からなるGEONETの観測によって大変詳細に分かるようになったが、ベクトル図や時系列のデータを見てもその時間変動を直感的に捉えにくいのも事実である。国土地理院ではGEONETの結果から得られたF3解を基に日本列島の地殻変動アニメーションを作成しているが、これはF3解で得られた水平変動量を40万倍に誇張し地形データに加算して作成した数枚の地形図であり、日本列島の地殻変動の詳細を理解する上で十分なものではない。

本研究では国土地理院のF3解を使い、同様な方法で垂直変動を含めた3次元時間変動の可視化を行った。時間分解能を上げるため30日分のデータを平均して月変動を求めた。これにより東北地方太平洋沖地震以前の日本列島の収縮運動や、地震後の余行変動を月毎により詳細に可視化することができた。また垂直変動を含めることで非常に特徴的な隆起・沈降変動の可視化も可能になった。求められた東北地方太平洋沖地震以前の日本列島の隆起・沈降量を、約100年の歴史がある水準測量のデータ、及び約200万年間の地質学的な隆起・沈降量と比較を行ったところ、定性的な日本列島の隆起・沈降変動の大局的特徴はどの時間スケールにも見られ、GPSデータと水準測量のデータは定量的にも調和的であることが分かる。

キーワード: GPS, 日本列島, 地殻変動, GEONET

Keywords: GEONET, crustal deformation, 3D, GPS

## ココスプレートの沈み込み方向と中央アメリカ海溝で発生する逆断層型地震のすべり角の方向のずれ

### Deviation of directions of rakes of thrust-type earthquakes along the MAT from subduction direction of the Cocos plate

片山 直子<sup>1\*</sup>, 吉岡 祥一<sup>2</sup>

KATAYAMA, Naoko<sup>1\*</sup>, YOSHIOKA, Shoichi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 神戸大・理学研究科・地球惑星, <sup>2</sup> 神戸大・都市安全セ

<sup>1</sup>Dept.of Earth and Planetary Sci., <sup>2</sup>RCUSS,Kobe Univ.

メキシコ沿岸沖南西部の中央アメリカ海溝では、ココスプレートが北米プレートの下に沈み込んでおり、多くの海溝型地震が発生している。本研究ではココスプレートの沈み込み方向と、逆断層型地震のすべり角の方向について詳しく調べた。地震のデータは、ハーバード大学のCMTカタログを用い、1976年1月1日~2011年12月15日、Mw4.6~Mw8.0、深さ10km~50kmの逆断層型地震を抽出し、その数は184個であった。北米プレートに対するココスプレートの相対運動速度ベクトルは、NUVEL-1A、MORVELなどのプレート運動モデルによって決定されている。この地域で発生した逆断層型地震のすべり角の方向は、プレート運動モデルから予測される沈み込み方向から、反時計回りに5°~15°ずれているものが多いことがわかった。さらに、より厳密にプレート境界で発生している地震を選び出すために、プレート境界から±10km以内の深さで発生した地震を抽出した。それにより、対象となる地震は32個になった。これらの地震のすべり角が震源の深さ、Mw、年代、地域に依存するかどうかをローズダイアグラムを用いて調べてみたが、依存性は見られなかった。

プレート運動モデルによる沈み込み方向とプレート境界で発生する逆断層型地震のすべり角の方向との違いの原因を考える上で、ニカラグア、カスカディア、南海トラフやインドネシアといった斜め沈み込みが起こり、前弧スリバーが存在する地域と比較していくことが重要かもしれない。

## 日本近辺のプレート収束帯での巨大地震に見られる 18.6 年の周期性について About the 18.6-year periodicity observed in the occurrence of huge earthquakes of the plate convergence zones near Japan

末 芳樹<sup>1\*</sup>, Souchay Jean<sup>2</sup>  
SUE, Yoshiki<sup>1\*</sup>, SOUCHAY, Jean<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 所属なし, <sup>2</sup> パリ天文台

<sup>1</sup>No institution affiliation, <sup>2</sup>Observatoire de Paris

### 1. はじめに

月と太陽による潮汐力が地震発生に際してトリガーとして働くことが知られている (Tanaka et al., 2004). これを潮汐トリガーという。月および太陽の運行は周期性を持つ為、影響を受けて発生した地震も同様の周期性を持つことになる。このうち長期に関しては 18.6 年サイクルの存在が、これまでも例えば南カリフォルニア (Kilston and Knopoff, 1983), 環太平洋のいくつかの領域 (Petukhin and Gusev, 2007), およびルーマニアの Vrancea 地域 (Souchay and Stavinschi, 1999) 等で複数の研究者により報告されている。

### 2. 日本の地震に於ける 18.6 年周期の調査

本論では、日本で発生した地震に関して 18.6 年サイクルの調査を行う。

#### 2.1 方法

日本近辺のプレート収束帯で発生したそれぞれの領域で最大級の地震の発生間隔を調べる事とし、具体的には日本海溝の三陸沖、相模トラフおよび南海トラフを調べた。結果を以下に示す。

#### 2.2 結果

以下に、歴史地震の名称、日付 (年/月/日)、およびそれらの 18.6 年サイクルとの比率を示す。

#### 三陸沖

(検証地震: 明治三陸地震 1896/06/15 M8.5, 昭和三陸地震 1933/03/03 M8.1, 東北地方太平洋沖地震 2011/03/11 M9.0)  
1933/03/03 - 1896/06/15 = 13409 日 = 36.71 年 = 1.97 x 18.6 年  
2011/03/11 - 1933/03/03 = 28497 日 = 78.02 年 = 4.20 x 18.6 年

#### 相模トラフ

(検証地震: 元禄地震 1703/12/31 M8.2, 大正関東地震 1923/09/01 M7.9)  
1923/09/01 - 1703/12/31 = 80232 日 = 219.67 年 = 11.81 x 18.6 年

#### 南海トラフ

(検証地震: 宝永地震 1707/10/28 M8.4, 安政南海地震 1854/12/24 M8, 昭和南海地震 1946/12/21 M8)  
1854/12/24 - 1707/10/28 = 53748 日 = 147.16 年 = 7.91 x 18.6 年  
1946/12/21 - 1854/12/24 = 33599 日 = 91.99 年 = 4.94 x 18.6 年

### 3. 結論

検証した 5 ケース、全てが 18.6 年の整数倍に近い値を示しており、周期性の実在が示唆される。誤差は、三陸沖および相模トラフで 18.6 年 x 0.2 = 凡そ +/- 4 年、南海トラフで 18.6 年 x 0.1 = 凡そ +/- 2 年である。尚これは、物理学的には同一方向から同一の潮汐力が掛かる状態での地震発生を意味する。

将来、相模トラフおよび南海トラフ域に過去の巨大地震と同様の潮汐力が掛かる期日は以下のとおりである。計算には、より詳細な値である 18.613 年を用いる。但し、当該領域の応力状態が不明であるので、これは大地震の発生を予測するものではない。

#### 相模トラフ

1923/09/01 (大正関東地震) + 5 x 18.613 年 = 2016/09/24 +/- 4 年

#### 南海トラフ

1946/12/21 (昭和南海地震) + 4 x 18.613 年 = 2021/06/03 +/- 2 年

SCG67-P05

会場:コンベンションホール

時間:5月25日 13:45-15:15

論者らは、本報で示すのは速報であり周期性の存在を論じるにはより厳密な検証が必要であることを認識している。

参考文献 (参照順):

Tanaka, S., M. Ohtake, and H. Sato, 2004, Tidal triggering of earthquakes in Japan related to the regional tectonic stress, *Earth Planets Space*, 56(5), 511-515.

Kilston, S., Knopoff, L., 1983, Lunar-solar periodicities of large earthquakes in southern California, *Nature*, 303, 21-25.

Petukhin, A., Gusev, A., 2007, 大地震のタイミング -月の 18.6 年サイクルによる応力蓄積過程の変動に関する統計的な検討, 日本地震学会講演予稿集 2007 年度 秋季大会, P2-103.

J. Souchay and M. Stavinschi, 1999, Study of the correlations between long-periodic terrestrial tides and occurrence of earthquakes in the Vrancea site, *Earth, Moon, and Planets*, 77(2), 105-124.

キーワード: 潮汐トリガー, 18.6 年

Keywords: tidal triggering, 18.6 years

## 島弧と海盆を形成し維持する力～なぜ西日本は海盆でないのか～ The power to form and maintain oceanic basin and island arc

間瀬 博文<sup>1\*</sup>

MASE, Hirofumi<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 所属なし

<sup>1</sup> none

冷たいものを挟んだ両側の熱いものは互いに引き合う(2温度回転円盤理論)(1)。つまり高温帯同士が、その間に挟み込んだ低温の沈み込みプレートを常に締め付けている(2)。さらにこの時、高温帯で発生する電磁波が熱に変換し高温を維持・増強している可能性がある(3)。これがプレート間に起こる現象の主たる原動力であることを、実験の成果で補強しながら主張してきた(4)。

以下は「地震波トモグラフィによる地球内部構造、沈み込む海洋プレートスタグナントスラブ(Zhao, 2009)」(5)を題材として利用させて頂く。

日本海溝、伊豆・小笠原海溝に沈み込む太平洋プレート(B)には、その上側に位置する高温帯(A)と、傾斜部分の裏側(下側)の高温帯(C)が寄り添っている。北緯36度より北と南では様子が異なる。東北地方を通る断面図は単純明快で、(B)は日本海溝より沈み込み、その先端は朝鮮半島を越え大陸にまで及ぶ。しかし北緯35度では深さ300～400km辺りにあるはずの部分が欠損している。これを境に南下するほど(B)の傾斜は急になり、海溝から下に垂れ下がる状態となる。同時に、(C)は弱くなり、(A)は強いまま分厚くなっている。これは南方から移流しているからかもしれない。

(5)を分析すれば理論・主張の補強だけでなく、地形の存在理由まで説明が可能になる。

これまで、(A)(B)(C)による構成が、こうであったらこの部分にこんな力が作用するであろう、という検討を行ってきた(2)。今回初めて、(A)(C)に発生する力が(A)(B)(C)をどのように変形させるのかを考えたい。

イ.(A)と(C)が(B)を圧縮するので(B)は潰れて薄くなる可能性がある。実際に東北地方を通る断面では(B)のうち、(A)(C)に挟まれた範囲において真ん中あたりが薄くなっている。(北緯41.39,37度の断面、東経136～137度、深さ300km程度)

ロ.東北地方を通る断面での(A)は全体として東斜め下に引き込まれる力がかかる。(A)の東端では斜め下に進むことができないから、(B)に沿うように斜面を上昇するはずである。日本海の地下に相当する部分は濃い赤色となっている。日本海が陥没地形を保つのは東斜め下に引き込む力によるものと考えられる。また(B)に沿うように斜面を上昇する高温のマントルはマグマを発生させ、まさに火山の原因になるが、この上昇は陸地を創りそれを支えるメカニズムと思われる。以上は海盆と島弧の成因である。

ハ.ではなぜ西日本は沈没して海盆にならないのか。前述のように北緯35度では(B)が一部欠損しており東経137度以西では直接的でかつ顕著な斜め下向きの力は発生しない。これが大きな理由のひとつであろう。

ニ.(C)は西斜め上に引き上げられ(B)に寄り添い一部は斜めに下降しようとする。沈み込む青色のプレートの裏側でそれに沿うように、赤色の帯が不思議にも存在する理由はこれであろう。

ホ.(A)と(C)の中でも、すでにより高温である部分ほど発生する力が大きく、その力によりその部分が相対的に移動する可能性がある。より高温部分が、ある位置に集中していくことで、持続する顕著な高温帯を形成している可能性も考えられる。

(1) 間瀬博文 <http://wwwsoc.nii.ac.jp/jepsjmo/cd-rom/2005cd-rom/pdf/s050/s050-004.pdf>

(2) 間瀬博文 <http://wwwsoc.nii.ac.jp/jepsjmo/cd-rom/2007cd-rom/program/pdf/S149/S149-005.pdf>

(3) 間瀬博文 <http://jglobal.jst.go.jp/public/20090422/200902266622105618>

(4) 間瀬博文 <http://jglobal.jst.go.jp/public/20090422/201002269192904325>

(5) 鈴木昭夫 [http://imss-sympo.kek.jp/2009/oral\\_ppt/03\\_5suzuki.pdf](http://imss-sympo.kek.jp/2009/oral_ppt/03_5suzuki.pdf)