

12-15 測地データから推定された環太平洋地域のプレート間カップリング Interplate coupling estimated from geodetic data in the circum-Pacific belt

西村 卓也 (国土地理院)

Takuya Nishimura (Geospatial Information Authority of Japan)

1. はじめに

1990年代以降、GNSSなどの宇宙測地技術の普及によって地殻変動を高精度に観測することが可能となった。それにより観測された地殻変動をプレート境界の固着（カップリング）による弾性変形であると考え、インバージョン等によって地殻変動データからプレート間カップリング分布を精度良く推定することができるようになった。2011年東北地方太平洋沖地震(M 9.0)や2010年チリMaule地震(M 8.8)では、地殻変動データから事前に推定されていた固着域と地震時の滑り域が概ね整合することが指摘¹⁾²⁾されており、測地的に固着域を推定することは、大地震の震源域を予測する上で極めて重要であると言える。本稿では、環太平洋地域と2004年にスマトラ島沖地震(M 9.1)が発生したインド洋北東部における測地データに基づくプレート間カップリングに関する研究を概観し、プレート間カップリングの共通性や地域性に関する議論を試みる。

2. プレート間カップリング分布

本稿執筆にあたり調査した文献から抽出した環太平洋の沈み込み帯とインド洋北東部のスンダ海溝沿いのプレート間固着域を第一図に示す。滑り欠損速度が2cm/年を超える領域を赤色で示した。環太平洋の沈み込み帯では、多くの部分で固着域が推定されているが、アリューシャン海溝のように、海溝沿いでも固着の強度が大きく変化している沈み込み帯もある。各地域の平均的なカップリング係数（滑り欠損速度をプレート相対運動速度で割ったもの）を見ると、カップリング係数が大きく、1に近い沈み込み帯としては、北米カスケード³⁾、チリ⁴⁾、スマトラ⁵⁾⁶⁾、西南日本（南海トラフ）⁷⁾⁸⁾が挙げられる。カップリング係数が中程度の地域としては、カムチャッカ⁹⁾、アリューシャン¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾、アラスカ¹³⁾¹⁴⁾、メキシコ¹⁵⁾¹⁶⁾、中米¹⁷⁾、コロンビア¹⁸⁾、ペルー¹⁹⁾²⁰⁾、東北日本（日本海溝、千島海溝）⁷⁾⁸⁾²¹⁾²²⁾がある。20世紀以降に発生したM9クラスの超巨大地震は、全てカップリング係数が中程度以上の地域で発生している（第一図）。カップリング係数が小さいと考えられている地域は、ニュージーランド²³⁾²⁴⁾やトンガ²⁵⁾、伊豆・小笠原²⁶⁾、マリアナ²⁷⁾、琉球²⁸⁾、フィリピン等²⁹⁾³⁰⁾が挙げられる。しかし、これらの地域においても部分的なカップリングが推定されている場所があり、M7クラスのプレート間地震の発生も知られているが、超巨大地震の発生は知られていない。なお、沈み込みプレート境界の延長が陸上に達しているミャンマー³¹⁾やパプアニューギニア³²⁾、台湾³³⁾などにおいても中程度以上のカップリング係数を有する大規模な断層帯が存在する。

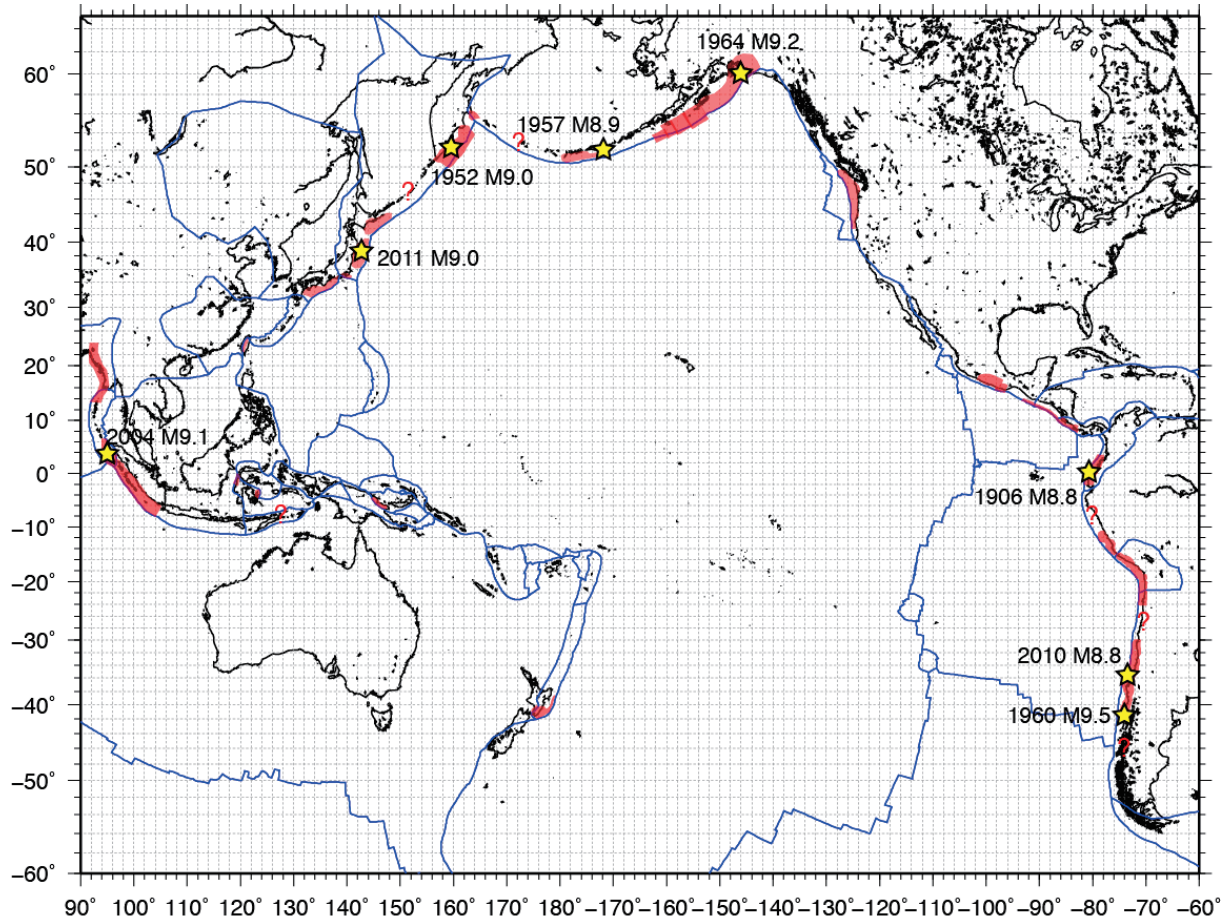
固着域の幅は、沈み込み帯によってかなりの幅があるが、チリ、アラスカ、日本海溝が最大級で約300kmとなっている。これらの沈み込み帯では、いずれも20世紀以降に超巨大地震が発生していることは興味深い。固着域の内部においても長さ方向、幅方向にカップリング分布の不均質があることが一般的で、M8クラス以下の大地震の震源域を規定しているように見える。超巨大地震発生時にはカップリングの弱い領域を含めて数百km以上に渡って滑りが生じている。また、カップリングの強弱をプレート間相対速度や沈み込むプレートの年代といった単一のパラメータで説明することは困難である。Scholz and Campos³⁴⁾は、これらのパラメータの組み合わせから計算できるプ

プレート境界断層面に対する法線応力によってプレート間カップリングが規定されているという仮説により、沈み込み帯毎の大局的な固着の強弱を説明している。Scholz and Campos³⁵⁾は測地的に推定されたプレート間カップリングが上記の仮説によって概ね説明されることを示すと共に、カップリングが弱い沈み込み帯では超巨大地震は発生しないとして、全ての沈み込み帯で M9 クラスの超巨大地震が発生しうるとの仮説³⁶⁾を否定している。1つの沈み込み帯の中でもプレート間カップリング分布がかなり不均質であることを考えると、Scholz and Campos の仮説で全てが説明できる訳ではないが、複数のパラメータから沈み込み帯毎の大局的な特徴を説明している点ではある程度有効な仮説であると考えられる。

参 考 文 献

- 1) Ozawa et al. (2011), *Nature*, **475**, 373-376, doi:10.1038/nature10227
- 2) Moreno et al. (2010), *Nature*, **467**, 198-202, doi:10.1038/nature09349.
- 3) McCaffrey et al. (2007), *Geophys. J. Int.*, **169**, 1-26, doi: 10.1111/j.1365-246X.2007.03371.x.
- 4) Lorenzo-Martín et al. (2006), *Geophys. J. Int.*, **164**, 75-87, doi: 10.1111/j.1365-246X.2005.02803.x
- 5) Prawirodirdjo et al. (2010), *J. Geophys. Res.*, **115**, B03414, doi:10.1029/2008JB006139.
- 6) Chlieh et al. (2008), *J. Geophys. Res.*, **113**, B05305, doi:10.1029/2007JB004981.
- 7) 国土地理院 (2010), *地震予知連絡会報*, 83, 550-582.
- 8) Loveless and Meade (2010), *J. Geophys. Res.*, **115**, B02410, doi:10.1029/2008JB006248.
- 9) Burgmann et al. (2005), *J. Geophys. Res.*, **110**, B07405, doi:10.1029/2005JB003648.
- 10) Cross and Freymueller (2007), *Geophys. Res. Lett.*, **34**, L06304, doi:10.1029/2006GL028970.
- 11) Fournier and Freymueller (2007), *Geophys. Res. Lett.*, **34**, L06303, doi:10.1029/2006GL029073.
- 12) Freymueller et al. (2008), *Geophysical Monograph Ser. 179*, AGU, doi:10.1029/179GM02.
- 13) Zweck et al. (2002), *J. Geophys. Res.*, **107(B4)**, 2064, doi:10.1029/2001JB000409.
- 14) Ohta et al. (2006), *Earth Planet. Sci. Lett.*, **247**, 108–116, doi:10.1016/j.epsl.2006.05.013.
- 15) Franco et al. (2005), *Earth Planets Space*, **57**, 973-985.
- 16) Correa-Mora et al. (2008), *Geophys. J. Int.*, **175**, 269-290, doi:10.1111/j.1365-246X.2009.04371.x.
- 17) LaFemina et al. (2009), *Geochem. Geophys. Geosyst.*, **10**, Q05S14, doi:10.1029/2008GC002181.
- 18) White et al. (2003), *Earth Planet. Sci. Lett.*, **216**, 231-242.
- 19) Perfettini et al. (2010), *Nature*, **465**, 78-81, doi:10.1038/nature09062.
- 20) Chlieh et al. (2011), *J. Geophys. Res.*, **116**, B12405, doi:10.1029/2010JB008166.
- 21) Nishimura et al. (2004), *Geophys. J. Int.*, **157**, 901-916.
- 22) Hashimoto et al. (2009), *Nature Geosci.*, **2**, 141–144, doi:10.1038/ngeo421.
- 23) Wallace et al. (2004), *J. Geophys. Res.*, **109**, B05404, doi:10.1029/2003JB002481.
- 24) Wallace and Beavan (2010), *J. Geophys. Res.*, **115**, B12402, doi:10.1029/2010JB007717.
- 25) Wallace et al. (2005), *Geology*, **33**, 857-860, doi:10.1130/GL21834.1.
- 26) Nishimura (2011), *Tectonophysics*, **512**, 60-67, doi:10.1016/j.tecto.2011.09.022.
- 27) Kato et al. (2003), *Geophys. Res. Lett.*, **30(12)**, 1625, doi:10.1029/2002GL016757.
- 28) Nakamura (2004), *Earth Planet. Sci. Lett.*, **217**, 389-398.
- 29) Galgana et al. (2007), *Tectonophysics*, **432**, 63-87, doi:10.1016/j.tecto.2006.12.001.

- 30) Socquet et al. (2006), *J. Geophys. Res.*, **111**, B08409, doi:10.1029/2005JB003963.
- 31) Socquet et al. (2006), *J. Geophys. Res.*, **111**, B05406, doi:10.1029/2005JB003877.
- 32) Wallace et al. (2004), *J. Geophys. Res.*, **109**, B05404, doi:10.1029/2003JB002481.
- 33) Ching et al. (2011), *J. Geophys. Res.*, **116**, B09405, doi:10.1029/2010JB008058.
- 34) Scholz and Campos (1995), *J. Geophys. Res.*, **100(B11)**, 22103-22115.
- 35) Scholz and Campos (2012), *J. Geophys. Res.*, **117**, B05310, doi:10.1029/2011JB009003.
- 36) McCaffrey (2008), *Geology*, **36**, 263-266, doi:10.1130/G24402A.1.
- 37) Bird (2003), *Geochem. Geophys. Geosyst.*, **4(3)**, 1027, doi:10.1029/2001GC000252.



第1図 環太平洋とその周辺における測地データから推定されたプレート間カップリング分布. 赤色の領域は、滑り欠損速度が2cm以上と推定されている領域. 1900年以降のM8.8以上の超巨大地震の震央を星印で示す. クエスチョンマークは、カップリングしていると疑われるが、文献が調査できなかった地域を示す. プレート境界位置(青線)は、PB2002³⁷⁾に基づく.

Fig. 1 Distribution of interplate coupling estimated from geodetic data in and around the circum-Pacific belt. The red regions represent the area in which slip-deficit rate exceeds 2 cm/yr. The stars represent epicenters of $M \geq 8.8$ earthquakes occurred after 1900. Question marks mean possible coupling regions with which research papers related were not investigated. Blue lines denote the plate boundaries of PB2002³⁷⁾.