



平成31年 4月 5日

東北地方太平洋沿岸域が沈降するメカニズム —超巨大地震サイクル後半の沈降速度の増加—

2011年東北地方太平洋沖地震以前の約100年間の測地観測により、宮城県を中心とした東北日本の太平洋沿岸域は年間3～4 mmの速度で沈降を続けていました。建築研究所 篠島僚平 専門研究員（研究当時、現：日本学術振興会特別研究員（受入機関：京都大学防災研究所））、芝崎文一郎 同上席研究員、東京大学地震研究所 岩森光 教授、京都大学防災研究所 西村卓也 准教授らの研究グループは、超巨大地震サイクルに伴う陸側プレートの変形のシミュレーションによって、その沈降のメカニズムを明らかにしました。

プレート沈み込み帯では、海洋プレートが沈み込みながら陸側プレートを引きずり込み、限界に達すると巨大地震が起こります。この海洋プレートによる引きずり込みが数百年にも及ぶと、マントル高温部の「粘性」（数年～数百年以上かけて水飴のように流動する性質）により、陸側プレートは深部まで引きずり込まれ易くなり、太平洋沿岸域は速く沈降するようになった可能性を示しました。また、北海道東部の沈降も東北と同様のメカニズムで生じている可能性が高い事を示し、北海道東方沖の超巨大地震に備える必要性を示しました。

本研究成果は、2019年4月5日に国際学術誌「Scientific Reports」にオンライン掲載されます。

（内容の問合せ先）

国立研究開発法人 建築研究所
所属 国際地震工学センター
氏名 芝崎文一郎
電話 029-864-6757 （直通）
E-mail bshiba@kenken.go.jp



東北地方太平洋沿岸域が沈降するメカニズムを解明 —超巨大地震サイクル後半の沈降速度の増加—

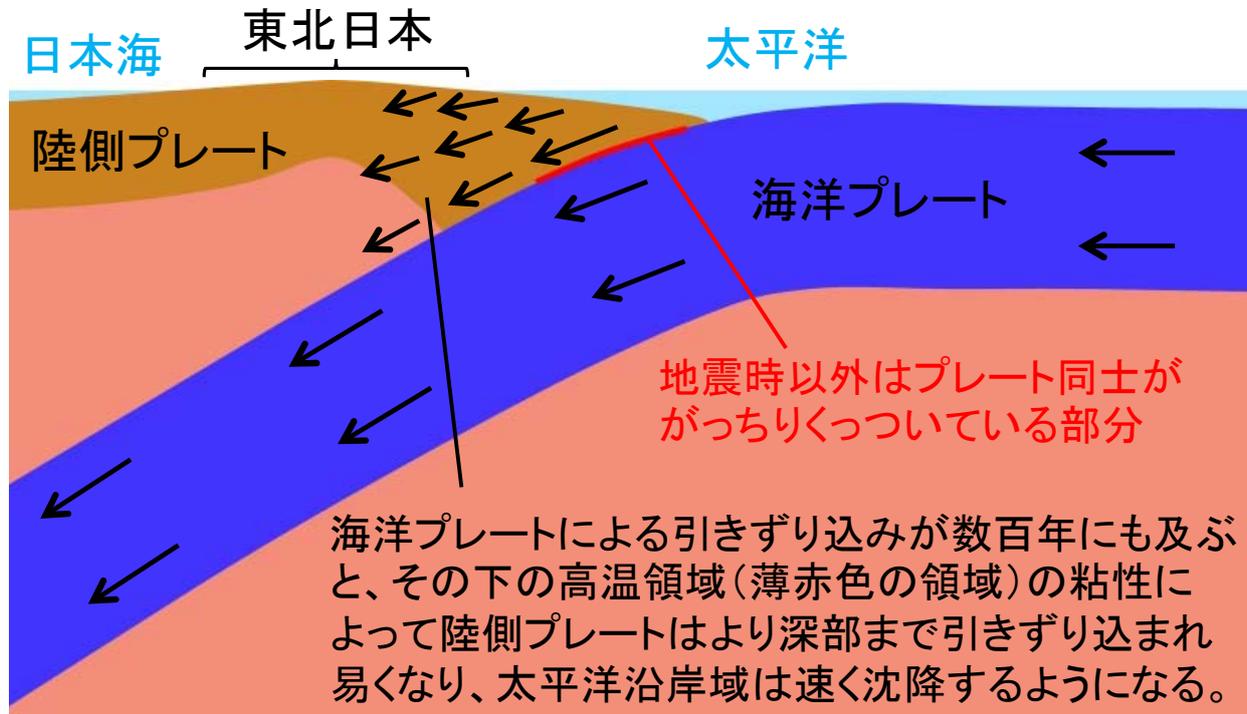
概要

2011 年東北地方太平洋沖地震以前の約 100 年間の測地観測により、宮城県を中心とした東北日本の太平洋沿岸域は年間 3~4 mm の速度で沈降を続けていました。建築研究所 篠島僚平 専門研究員（研究当時、現：日本学術振興会特別研究員（受入機関：京都大学防災研究所））、芝崎文一郎 同上席研究員、東京大学地震研究所 岩森光 教授、京都大学防災研究所 西村卓也 准教授らの研究グループは、超巨大地震サイクルに伴う陸側プレートの変形のシミュレーションによって、その沈降のメカニズムを明らかにしました。

プレート沈み込み帯では、海洋プレートが沈み込みながら陸側プレートを引きずり込み、限界に達すると巨大地震が起こります。この海洋プレートによる引きずり込みが数百年にも及ぶと、マントル高温部の「粘性」（数年～数百年以上かけて水飴のように流動する性質）により、陸側プレートは深部まで引きずり込まれ易くなり、太平洋沿岸域は速く沈降するようになった可能性を示しました。また、北海道東部の沈降も東北と同様のメカニズムで生じている可能性が高い事を示し、北海道東方沖の超巨大地震に備える必要性を示しました。

本研究成果は、2019 年 4 月 5 日に国際学術誌「Scientific Reports」にオンライン掲載されます。

【超巨大地震サイクル後半の太平洋沿岸域沈降のメカニズム】



1. 背景

牡鹿半島（宮城県）を中心とした東北日本の太平洋沿岸域は、2011年東北地方太平洋沖地震以前約100年間の測地観測により年間3~4 mmの速度で沈降し続けていた事が知られていました（図1a）。その沈降は沈み込む海洋プレートが陸側プレートを引きずり込む事によって生じていたと考えられていますが、そのメカニズムは単純ではありません。これまでの研究では、単純化した地球内部の構造を用いたシミュレーションによりそのメカニズムの解明が試みられていましたが、シミュレーション時に仮定する地球内部構造によって得られる結果が大きく異なってしまうという問題がありました。実際の地球内部は、これまでの研究で用いられたような単純な構造ではなく、沈み込む冷たい海洋プレート等により、ある部分は温度が低く長い時間をかけてもほとんど流動せず、ある部分は温度が高く数年~数百年以上をかけて水飴のように流動する性質（粘性）を持っている、という複雑な構造をしています（図2）。よって、なぜ2011年東北地方太平洋沖地震前に東北日本沿岸域が速い速度で沈降していたのか？そのメカニズムを明らかにするためには、より現実に即した地球の内部構造を考慮したシミュレーションが必要不可欠です。そこで、本研究は可能な限り現実に即した地球の内部構造を考慮したシミュレーションにより、上述の沿岸域の沈降のメカニズムを明らかにする事を試みました。

2. 研究手法・成果

本研究では様々な既存の研究に基づく詳細な地球内部の温度構造などを元に、可能な限り現実に即した地球内部構造を考慮して、約600年周期の東北地方太平洋沖の超巨大地震サイクルに伴う陸側プレートの変形のシミュレーションを行いました。その結果、海洋プレートによる陸側プレートの引きずり込みが数百年にも及ぶと、陸側プレートの下のマントルの高温部の粘性という性質によって、その上に横たわる陸側プレートがより引きずり込まれ易くなる事が分かりました。それに伴い、陸側プレートの引きずり込みがプレート境界の深部（深さ100 km程度）まで及ぶようになり、太平洋沿岸域が沈降するようになる事が示されました（図1b、図2）。従って、2011年東北地方太平洋沖地震前約100年間に渡り観測されていた東北日本太平洋沿岸域の沈降は、2011年東北地方太平洋沖地震の発生要因である海洋プレートによる陸側プレートの引きずり込みが数百年以上に渡りずっと継続した結果生じた現象を捉えていた可能性が高い事が分かりました。逆に超巨大地震サイクル中盤である今から300~400年前頃は、太平洋沿岸域はほとんど沈降していなかったと推測されます（図1b）。

3. 波及効果、今後の予定

陸側プレートが引きずり込まれている期間が長いほど、その反発で生じる海溝型巨大地震の規模は大きくなっていくため、数百年にも渡って陸側プレートの引きずり込みが生じ続けている場所では、将来2011年東北地方太平洋沖地震のような超巨大地震が発生する可能性が考えられます。日本列島では、もう一箇所、沿岸域が100年以上に渡り速い速度で沈降を続けている場所があり、それは北海道東部の太平洋沿岸域（十勝~根室）です。北海道東方沖（千島海溝）では17世紀に超巨大地震が発生し、それ以前も平均400年程度の間隔で超巨大地震が発生していた事が、津波堆積物の研究から明らかになっています。本研究結果に基づくと、その過去100年以上に渡る北海道東部の太平洋沿岸域の沈降は、東北地方太平洋沿岸域で生じていた沈降と同様のメカニズムで生じていると考えられます。すなわち、北海道東方沖では17世紀の超巨大地震以降350~400年に渡り陸側プレートの引きずり込みが生じ続けており、過去100年間の沿岸域の沈降はその結果生じている現象と考えられます。よって、北海道東方沖での海洋プレートの沈み込み速度（年間8~9 cm）から考えると、現時点で既に30 m以上に及ぶ地震すべりを起こすポテンシャルが蓄えられていると考えられ、将来発生する超巨大地震とそれに伴う巨大津波に備えていく必要があると考えられます。

4. 研究プロジェクトについて

本研究は、下記の研究費の支援を受けて実施されました。

・科学研究費 新学術領域研究「地殻ダイナミクス—東北沖地震後の内陸変動の統一的理解—」（課題番号：26109007 及び 26109006）。

<研究者（篠島僚平）のコメント>

測地観測による東北日本の速い変形速度と超巨大地震との関連性は、2011 年東北地方太平洋沖地震前から一部の研究者により指摘されていましたが、残念ながら十分には防災に活かされませんでした。同様の現象が過去約 100 年の北海道東部沿岸域での測地観測で得られており、本研究はそれが東北と同様のメカニズムで生じている事を示唆する事から、将来発生し得る北海道東方沖の超巨大地震の防災に少しでも繋がれば幸いです。

<論文タイトルと著者>

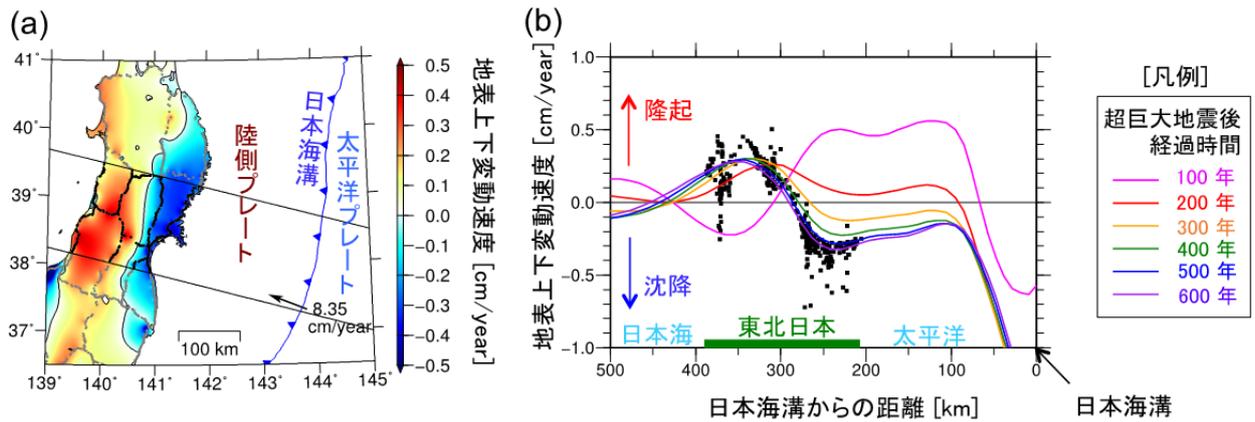
タイトル：Mechanism of subsidence of the Northeast Japan forearc during the late period of a gigantic earthquake cycle（超巨大地震サイクル後半における東北日本前弧域の沈降のメカニズム）

著者：Ryohei Sasajima, Bunichiro Shibazaki, Hikaru Iwamori, Takuya Nishimura, Yoshihiko Nakai

掲載誌：Scientific Reports DOI：10.1038/s41598-019-42169-y

URL：<https://doi.org/10.1038/s41598-019-42169-y>

<イメージ図>



・本図は、当論文[Sasajima et al., 2019, Scientific Reports]内の図の一部を元に加筆したものです。

図1. 本シミュレーション結果と水準測量観測による地表上下変動速度の比較図

(a) 水準測量観測による 1890 年代後半～1990 年代の約 90 年間の東北地方の地表上下変動速度。(内陸地震の影響等を補正する前のオリジナルデータは国見他(2001)による。) 陸上の灰色点・黒点は水準点(観測点)を示す。陸上の色は内挿した上下変動速度分布を示し、プラスが隆起でマイナスが沈降を表す。

(b) 黒点は(a)の2本の黒線で挟まれた範囲(2011年東北地方太平洋沖地震時の断層大すべり域を通る範囲)の水準測量観測による地表上下変動速度を示す。各色線は本シミュレーションによる、超巨大地震サイクルにおける100年毎の地表上下変動速度を示す。1サイクルを600年と仮定したため、600年後の結果は超巨大地震直前に相当する。シミュレーションでは超巨大地震サイクル後半にかけて太平洋沿岸域の沈降速度が増加していく結果が得られ、このモデルでの500～600年後の結果は水準測量観測結果とおおよそ良い一致を示す。

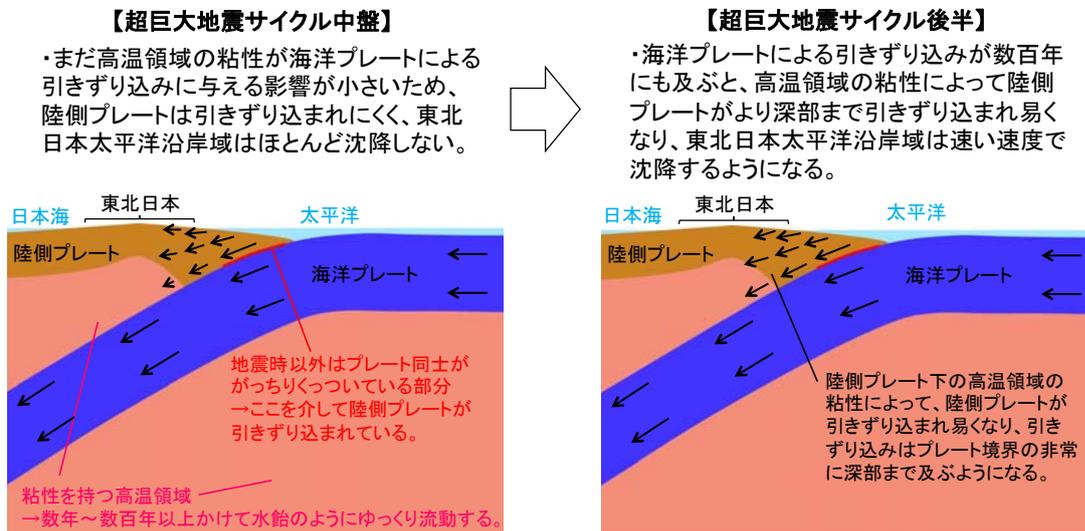


図2. 陸側プレートが引きずり込まれる様子を表した東北日本周辺の東西断面図(概念図)

黒矢印はそれぞれの箇所での変動速度を表している。右図の超巨大地震サイクル後半では、陸側プレートがより深部まで引きずり込まれ易くなる事で、左図の超巨大地震サイクル中盤と比較して太平洋沿岸域が早い速度で沈降するようになっている。

(引用文献) 国見利夫・高野良仁・鈴木実・斎藤正・成田次範・岡村盛司(2001) 水準測量データから求めた日本列島100年間の地殻変動. 国土地理院時報, No. 96, p. 23-37.