

地震テクトニクス研究グループの研究紹介

今西和俊¹⁾

1. はじめに

将来起こりうる地震の規模予測を行ったり、一定期間内に発生する確率を計算する際、過去に起こった地震の痕跡や活動履歴を丹念に調べ上げていくことが基本になります。しかし、予測精度を上げていくためにはこれだけでは限界があり、地震が発生する場や発生にいたるプロセスを理解しなければなりません。つまり、地下の岩石に加わる力、それに対する地下深部における岩石の変形、断層に沿う小さな破壊の大地震への成長、そうした過程を支配している物理的・化学的メカニズムなどを、ひとつひとつ明らかにしていくことが必要になります。このような課題に取り組むためには、多岐にわたる調査・観測・分析、室内実験、数値シミュレーションなどを有機的に連携させるとともに、得られた結果を総合的に検討していく研究体制が重要です。

活断層・火山研究部門の設立に伴い研究グループの見直しが行われ、断層破碎帯、室内岩石実験、数値シミュレーション、地震観測・解析を専門とするメンバーが集まった新しいグループ(地震テクトニクス研究グループ)が設立されました。本稿では当グループが中心となって行うテーマを2つに絞り、その概要を紹介します。

2. 詳細な「力の地図」をもとにした地震テクトニックマップの作成

地下の岩石に加わっている力の本質はプレートの相対運動に起因しています。例えば東北日本では東西方向に圧縮する力が卓越していますが、これは太平洋プレートが日本列島の下に沈み込むことが一因と考えられています。このようなプレート運動に起因する力は広域応力と呼ばれており、日本列島のような島弧の形成や造山運動などと密接に関係しています。しかし、細かい空間スケールで見ると力の掛かり方は一様ではなく、広域応力からずれている領域もあることがわかっています。どのような地震が発生するのかを予測するにはこのような局所的な力の変化も併せた考察が欠かせませんが、現状では情報が不十分であり、その整備が急務の課題となっています。

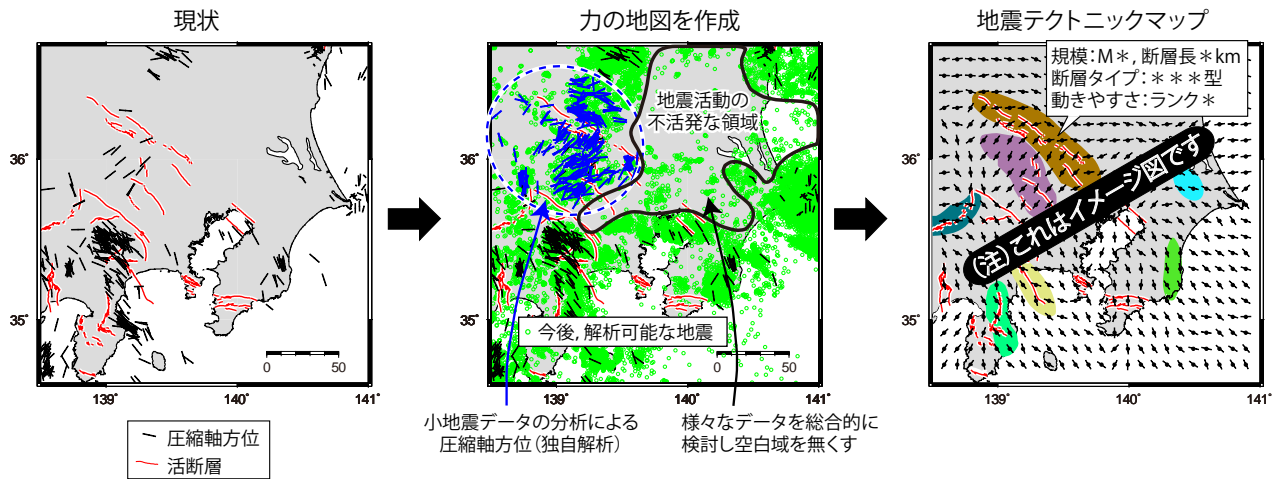
このような背景のもと、私たちは高い空間分解能を有する「力の地図」を作成していくことを計画しています。空間分解能としては最低限10 kmのメッシュサイズを想定しており、これによりマグニチュード6後半の中規模地震であっても最大規模や発生様式の評価に繋がれると考えています。中心となるデータは日常的に発生している小さな地震で、データの分析を行うことで地下にどのような力が掛かっているのかを知ることができます。小さな地震を使う利点は発生個数が多いところにあります。私たちは手法を高度化させることでマグニチュード0クラスの小規模な地震まで分析できるようにし、「力の地図」の空間分解能を劇的に上げることに取り組んでいます。一方、地震活動が不活発な地域では地震データを頼りにできませんので、地形・地質情報、地殻変動データ、数値シミュレーション結果などを総合的に検討した上で適切な補間を行い、地図の空白域を可能な限り無くしていくことが重要なポイントになります。こうして推定した「力の地図」は地殻応力場データベース (<https://gbank.gsj.jp/crstress/2014/04/01> 確認) に反映させ、ユーザーが自由に使えるように整備していきます。さらにこの地図をもとに、活断層分布や断層形状などの深部地質情報、中小地震の応力降下量の空間分布、b値、3次元速度構造などの地震学的情報も含めて地震発生場の地域性とそのテクトニックな意味を解釈し、将来発生する地震の最大規模や発生様式を評価するための地図へと発展させていきます(第1図)。私たちはこれを地震テクトニックマップと呼んでいます。まずは関東地域の25 km以浅をケーススタディとして試作を開始し、3年後を目標にその結果を公表したいと考えています。

3. 断層深部変形プロセスの解明

内陸活断層で発生する大地震の震源の深さは10～15 km程度の断層深部に位置します。そこでの温度や圧力などの環境条件は地表とは異なる高温高压状態であり、岩石の変形様式は脆性から塑性的挙動に変わっていく遷移領域となっています。内陸地震の発生にはこの遷移領域にお

1) 産総研 活断層・火山研究部門

キーワード：内陸地震、海溝型地震、応力、断層深部、断層岩、室内実験、数値シミュレーション、脆性-塑性遷移、予測、地震テクトニクス



第1図 当グループが目指している「力の地図」と地震テクトニックマップ。(左) 気象庁一元化震源カタログによる深さ 25 km 以浅の地震の圧縮軸方位分布 (1997/10/01-2013/12/31)。(中)「力の地図」の作成。小地震のデータ分析を基本とし、地震活動が少ない場所は様々なデータを総合的に検討しながら空白域をなくしていく。丸は気象庁一元化震源カタログによるマグニチュード 0 以上、深さ 25 km 以浅の地震活動 (2002/01/01-2013/12/31)。(右) 地震テクトニックマップのイメージ図。



写真1 地表に露出したニュージーランドアルパイン断層の深部(重松紀生氏提供)。地質調査に基づき変形履歴と変形機構、およびそれらを支配する応力との関係等を評価する。



写真2 産総研が所有するガス圧式高温高圧変形試験機。断層深部における温度圧力条件を再現できるよう設計されている。

る変形プロセスが重要な役割を担っているとされており、断層深部で実際に起こっている現象を解明し、その成果を用いることで地震の発生時期予測の精度や確度の向上が期待できます。海溝型地震においても固着域深部における間欠的ゆっくりすべりが発見されるなど、断層深部に目を向けて大地震の発生機構を解明しようとする研究への機運が高まっています。しかしこのためには、断層深部で起こる現象の理解不足と、断層深部の直接観測が技術的に困難という2つの大きな問題があります。

近年急速に整備されてきた地震・地殻変動観測網により、日本列島の地殻変動や地震活動は、高精度かつリアルタイムで捉えることができるようになりました。これらの観測では断層深部についての間接的な情報を得ることはできませんが、直接的な現象を捉えることはできません。一方、かつて断層深部であった領域がその後の地殻変動などで地表に露出している場所は複数あります(写真1)。このような場所の地質調査や断層岩の分析に基づき、断層深部で起こる現象を推定することが可能です。また、推定された現

象を実験室で再現することにより、その力学的な影響、背景にある物理過程等の評価ができます(写真2)。さらに、評価が行われた現象を数値計算に取り込むことにより、実際の地球物理学的観測結果や地質現象の再現性を検討し、断層深部で起こる現象についての検証ができます。この繰り返しにより、断層深部で起こる現象の解明を目指したいと考えています。またこの過程で、地球物理学的観測により得られる情報と組み合わせることにより、断層深部で起こる現象を推定する手法も開発したいと考えています。

4. おわりに

本稿で紹介した課題はいずれも地震の発生時期と規模の予測技術を確認する上で土台となるものです。日々議論を重ねつつ、グループの総合力を活かすことで、これらの課題の解決に取り組んでいきたいと考えています。

謝辞: 第1図では気象庁一元化震源カタログを使用しました。

IMANISHI Kazutoshi (2014) Introduction of Seismotectonics Research Group.

(受付:2014年04月01日)